

## 7. Безпосередній перетворювач частоти з обмеженим числом повністю керованих ключів

У безпосередніх перетворювачах частоти з штучною комутацією (БПЧШ) застосовується циклічний алгоритм управління. Його суть полягає в тому, що фази джерела живлення через рівні інтервали часу в певній послідовності підключаються до навантаження. Частота перемикавання (управління)  $f_u$  може бути вища або нижча частоти джерела живлення  $f_i$ . Частота вихідної напруги БПЧШ (частота навантаження) визначається різницею частот:

$$f_n = |f_i - f_u|.$$

У трифазно-однофазному БПЧШ криві синусоїдальної напруги трифазного джерела живлення перетворюють в криву однофазної вихідної напруги. Перемикавання повністю керованих напівпровідникових ключів здійснюють по початковій перемикаючій функції частоти  $f_u$  (рис. 1,а). Тривалість сигналів управління ( $su_1, su_2, su_3$ ), які визначають включений стан ключів, складає  $120^\circ$ . Зміна фази сигналів управління на кут  $\alpha_u$  по частоті  $\omega_u = 2\pi \cdot f_u$  приводить до зміни фази вихідної напруги БПЧШ на кут  $\varphi_n$  по частоті  $\omega_n = 2\pi \cdot f_n$ .

На рис. 1,б показана схема трифазно-трифазного БПЧШ на базі трьох трифазно-однофазних БПЧШ. БПЧШ підключені до трьох трифазних обмоток трансформатора (до трьох трифазних джерел живлення). Зсув фази напруги навантаження на кут  $120^\circ$  здійснюється при зсуві сигналів управління ключами однойменних фаз трьох БПЧШ по циклу. Простий алгоритм управління можна реалізувати в БПЧШ з обмеженим числом повністю керованих ключів. Покажемо це.

Поміняємо місцями ключ і обмотку в кожній фазі джерела живлення (рис.1,в).

Виконаємо комбіноване потенційне розділення фаз джерела живлення так, щоб в групу обмоток із загальною нульовою точкою входили фази з ключами, які керуються одним сигналом управління (рис. 1,г та рис. 1,д).

Три ключі з однаковими сигналами управління (рис. 1,д) заміняємо діодним мостом, який закорочений одним ключем (рис.1,з). Отримуємо БПЧШ з обмеженим числом повністю керованих ключів (ключі  $K_1, K_2, K_3$ ). БПЧШ містить три діодні мости, входи яких приєднані до кінців трьох трифазних обмоток джерела живлення. Початки обмоток приєднані до трифазного навантаження.

На рис. 2 показана модель БПЧШ в програмі Micro Cap, приведені параметри моделі. Модель побудована на базі трьох чотирьохобмоточних трансформаторів. Числа витків всіх обмоток однакові ( $L_{m1} = L_{m2}$ ).

Параметри джерела живлення: амплітуда ЕРС  $A_1 = 180$  В; частота  $f_i = 100$  Гц, кут зсуву ЕРС фази А в початковий момент рахунку  $\text{alf1} = 0^0$ .

У моделі застосовані три джерела імпульсних сигналів управління:  $su_1; su_2; su_3$ . Параметри  $su$  визначаються по початковій перемикаючій функції частоти управління (рис. 1,а).

Параметри джерел імпульсних сигналів в програмі Micro Cap (рис. 2):

частота управління	$f_u = 120$ Гц;
період повторення сигналу управління	$T_{fu} = 1/f_u = 1/120$ с;
тривалість одного ел. градуса частоти $f_u$	$T_{gu} = T_{fu}/360 = 1/43200$ с;
тривалість плоскої частини імпульсу управління	$T_{su} = 120 \cdot T_{gu}$ ;
крутизна переднього і заднього фронтів $su$	$T_{fr} = 1u = 1 \cdot 10^{-6}$ с;
початкове значення імпульсу	0;
максимальне значення імпульсу	15 В.

Сигнал управління  $su_1$  наступає через  $30 \cdot T_{gu} = 1/1440$  с від початку рахунку.

Початки сигналів управління  $su_1, su_2$  та  $su_3$  зсунуті по циклу на кут  $120^\circ$  або на  $4 \cdot 30 \cdot T_{gu} = 4/1440$  с.

Параметри навантаження: активний опір  $R_n = 10$  Ом, індуктивність  $L_n = 0,2$  Гн, частота  $F_n = |F_i - F_u| = |100 - 120| = 20$  Гц.

На рис. 3 приведені діаграми напруг ( $u_a, u_b, u_c$ ) та струмів ( $i_a, i_b, i_c$ ) навантаження БПЧШ.

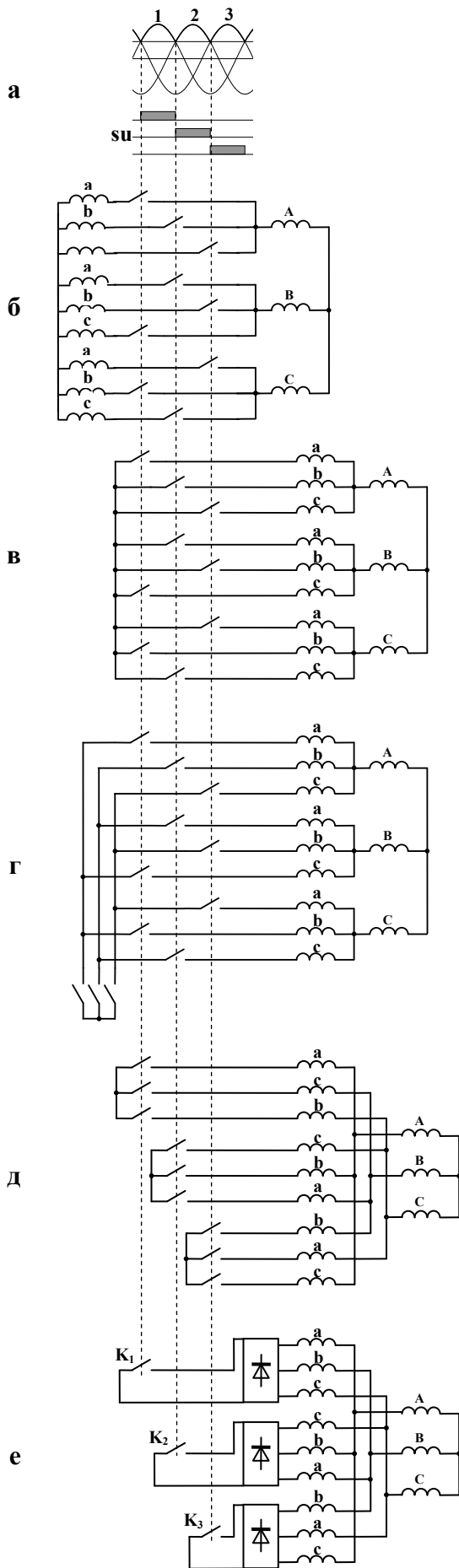
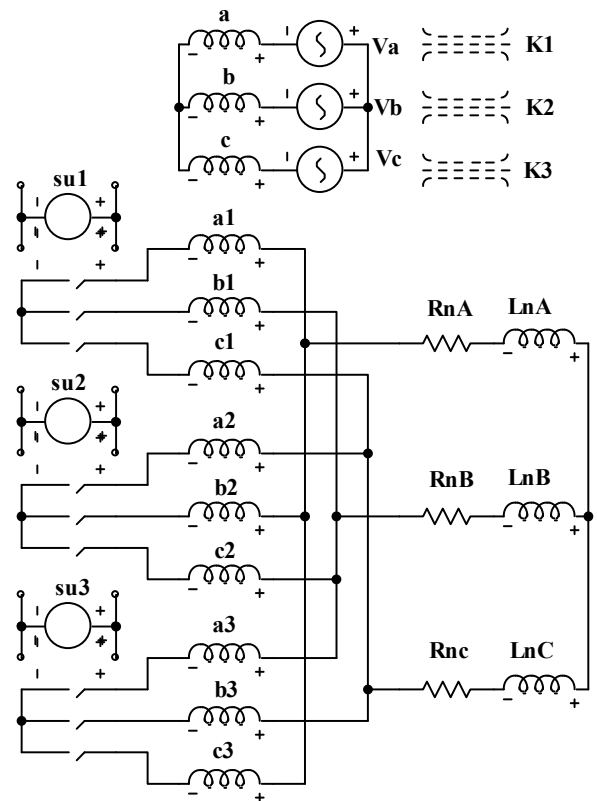


Рис. 1



$A_i 180$   $F_i 100$   $L_{m1}=L_{m2}=0.2$   $\alpha f1 0$   $R_n=10$   $L_n 0.2$   
 3PHASE1 SIN ( $F=F_i$   $A=A_i$   $PH=\alpha f1$ )  
 3PHASE2 SIN ( $F=F_i$   $A=A_i$   $PH=4*\pi/3+\alpha f1$ )  
 3PHASE3 SIN ( $F=F_i$   $A=A_i$   $PH=2*\pi/3+\alpha f1$ )  
 $F_u 120$   $T_{fu} 1/F_u$   $T_{gu} T_{fu}/360$   $T_{su} 120*T_{gu}$   $T_{fr} 1u$   
 $su1$   $dc 0 15$   $30*T_{gu}$   $T_{fr}$   $T_{fr}$   $T_{su}$   $T_{fu}$   
 $su2$   $dc 0 15$   $150*T_{gu}$   $T_{fr}$   $T_{fr}$   $T_{su}$   $T_{fu}$   
 $su3$   $dc 0 15$   $270*T_{gu}$   $T_{fr}$   $T_{fr}$   $T_{su}$   $T_{fu}$

Рис. 2

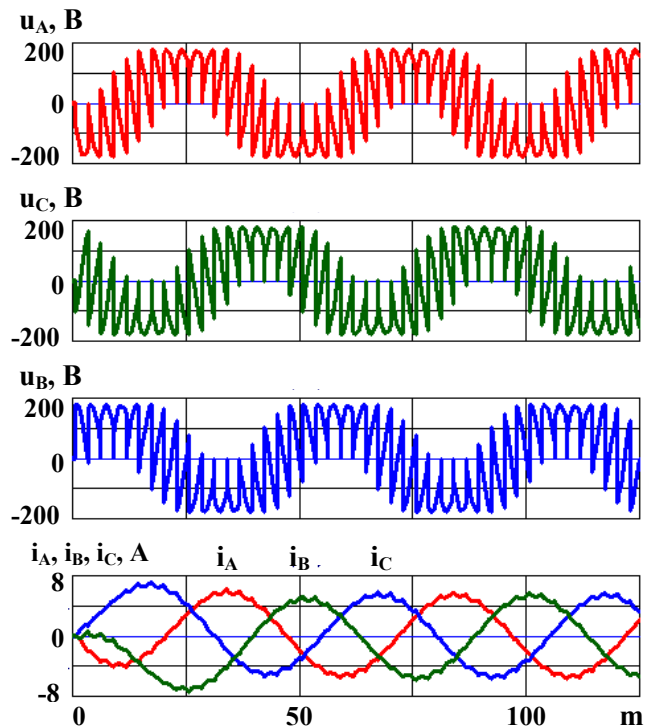


Рис. 3